

## First Hit

Previous Doc

Next Doc

Go to Doc#



Print

L23: Entry 53 of 72

File: DWPI

Oct 26, 2001

DERWENT-ACC-NO: 2002-273214

DERWENT-WEEK: 200240

COPYRIGHT 2004 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Steel for plastic molds comprises specified amount of carbon, silicon, manganese, phosphorus, sulfur, copper, nickel, chromium, molybdenum, vanadium, niobium, aluminum, nitrogen, oxygen and iron

PRIORITY-DATA: 2000JP-0103855 (April 5, 2000)

## Search Selected

Search ALL

Clear

## PATENT-FAMILY:

PUB-NO

PUB-DATE

LANGUAGE

PAGES

MAIN-TPC



October 26, 2001

008

C22C038/00

INT-CL (IPC): B29 C 33/38; C22 C 38/00; C22 C 38/58; C22 C 38/60

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2001294973A

## BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - Steel comprises specified amounts of carbon, silicon, manganese, phosphorus, sulfur, copper, nickel, chromium, molybdenum, vanadium, niobium, aluminum, nitrogen, oxygen and iron.

DETAILED DESCRIPTION - Steel comprises (in mass%): carbon (0.1-0.3), silicon (less than 0.35), manganese (0.5-3.5), phosphorus (0.02), sulfur (0.003-0.013), copper (less than 0.1), nickel (less than 0.2), chromium (1-3), molybdenum (0.03-2), vanadium and/or niobium (each 0.05-0.3), sol. aluminum (less than 0.03), oxygen (less than 0.003), nitrogen (less than 0.02), inclusion (less than 0.018), and remainder is iron and impurities.

USE - For plastic molds.

ADVANTAGE - The steel has excellent powder electrical discharging property, moldability and weldability. As the surface hardness is reduced after electrical discharge, the polishing time is reduced, and the manufacturing time can be reduced compared to conventional steel.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the relationship of sulfur content of steel with the roughness of the electrical discharged surface of the steel. (Drawing includes non-English language text).

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2001294973A

EQUIVALENT-ABSTRACTS:

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-294973

(P2001-294973A)

(43) 公開日 平成13年10月26日 (2001. 10. 26)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード (参考)

C 2 2 C 38/00

3 0 1

C 2 2 C 38/00

3 0 1 H 4 F 2 0 2

B 2 9 C 33/38

B 2 9 C 33/38

C 2 2 C 38/58

C 2 2 C 38/58

38/60

38/60

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-103855 (P2000-103855)

(71) 出願人 000003713

大同特殊鋼株式会社

愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

(22) 出願日 平成12年4月5日 (2000. 4. 5)

(72) 発明者 坂本 良昭

東京都国分寺市内藤1-5-18 ファミリー大蔵202号

(72) 発明者 山内 直行

群馬県渋川市927-2

(74) 代理人 100104123

弁理士 荒崎 勝美

Fターム (参考) 4F202 AJ02 CA30 CB01 CD18

(54) 【発明の名称】 粉末放電加工性に優れたプラスチック成形金型用鋼

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、従来のプラスチック成形金型用鋼と同等の金型に必要な一般的な性質、溶接性が優れているとともに、上記従来のプラスチック成形金型用鋼より粉末放電加工後の放電加工面の粗さが小さい10 $\mu$ m以下になるプラスチック成形金型用鋼を提供することを課題としている。

【解決手段】 重量%で、C: 0. 10~0. 30%、Si: 0. 35%以下、Mn: 0. 5~3. 5%、P: 0. 020%、S: 0. 0030~0. 0130%、Cu: 0. 10%以下、Ni: 0. 20%以下、Cr: 1. 0~3. 0%、Mo: 0. 2~1. 0%、VとNbの1種または2種をそれぞれ0. 05~0. 30%、s-Al: 0. 030%以下、O: 0. 0030%以下、N: 0. 020%以下および介在物量: 0. 018%以下を含有し、残部がFeおよび不可避免の不純物からなることを特徴とする粉末放電加工性に優れたプラスチック成形金型用鋼。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で(以下同じ)、C:0.10～0.30%、Si:0.35%以下、Mn:0.5～3.5%、P:0.020%、S:0.0030～0.0130%、Cu:0.10%以下、Ni:0.20%以下、Cr:1.0～3.0%、Mo:0.03～2.0%、VとNbを1種または2種それぞれ0.05～0.30%、s-Al:0.030%以下、O:0.0030%以下、N:0.020%以下および介在物量:0.018%以下を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなることを特徴とする粉末放電加工性に優れたプラスチック成形金型用鋼。

【請求項2】 C:0.10～0.30%、Si:0.35%以下、Mn:0.5～3.5%、P:0.020%、S:0.0030～0.0130%、Cu:0.10%以下、Ni:0.20%以下、Cr:1.0～3.0%、Mo:0.03～2.0%、VとNbを1種または2種それぞれ0.05～0.30%、s-Al:0.030%以下、O:0.0030%以下、N:0.020%以下および介在物量:0.018%以下を含有し、さらにB:0.0002～0.0020%を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなることを特徴とする粉末放電加工性に優れたプラスチック成形金型用鋼。

【請求項3】 C:0.10～0.30%、Si:0.35%以下、Mn:0.5～3.5%、P:0.020%、S:0.0030～0.0130%、Cu:0.10%以下、Ni:0.20%以下、Cr:1.0～3.0%、Mo:0.03～2.0%、VとNbを1種または2種それぞれ0.05～0.30%、s-Al:0.030%以下、O:0.0030%以下、N:0.020%以下および介在物量:0.018%以下を含有し、更にCa:0.0005～0.010%、Se:0.010～0.15%およびTe:0.010～0.15%、Zr:0.003～0.20%、Pb:0.03～0.20%およびBi:0.010～0.20%のうちの1種または2種以上を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなることを特徴とする粉末放電加工性に優れたプラスチック成形金型用鋼。

【請求項4】 C:0.10～0.30%、Si:0.35%以下、Mn:0.5～3.5%、P:0.020%、S:0.0030～0.0130%、Cu:0.10%以下、Ni:0.20%以下、Cr:1.0～3.0%、Mo:0.03～2.0%、VとNbを1種または2種それぞれ0.05～0.30%、s-Al:0.030%以下、O:0.0030%以下、N:0.020%以下および介在物量:0.018%以下を含有し、さらにB:0.0002～0.0020%を含有し、またCa:0.0005～0.010%、Se:0.010～0.15%およびTe:0.010～0.15%、Zr:0.003～0.20%、Pb:0.03～0.2

0%およびBi:0.010～0.20%のうちの1種または2種以上を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなることを特徴とする粉末放電加工性に優れたプラスチック成形金型用鋼。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、粉末放電加工性に優れたプラスチック成形金型用鋼、詳細にはプレハードン状態で機械加工、粉末放電加工をする場合、粉末放電加工後の表面がミガキレスに近い面粗度になるプラスチック成形金型用鋼に関する。

## 【0002】

【従来の技術】プラスチックの成形に用いる金型は、通常金型用鋼を機械加工、粉末放電加工(加工面と電極との間に微細な粉末を供給し、この粉末によって放電の誘発と放電エネルギーの低減などにより加工面を平滑にする放電加工方法)、研磨加工などによって製造されているので、金型用鋼には、機械加工における被削性が優れているとともに粉末放電加工後の表面の平滑性が優れていることが要求されている。更に補修、設計変更、組み立てなどにおいて溶接される場合があるため、溶接性も優れていることが要求されている。また金型表面の形状が成形したプラスチック製品の表面に現れるので、研磨またはシボ加工によっても表面にピンホールやシボムラが発生しないこと、硬さ、耐力、靱性などの金型に必要な一般的な性質が優れていることなども要求されている。特に、最近の金型の製作においては、加工後に焼入れおよび焼戻しをすると、熱歪みによって変形し、また製作日数が長くなることなどから、焼入れおよび焼戻し後に切削加工をするため、被削性が優れた金型用鋼が要求されていた。

【0003】従来、プラスチック成形金型用鋼として、出願人の開発したC:0.1～0.3%、Si:0.25%以下、Mn:0.5～3.5%、P:0.02%以下、S:0.01～0.10%、Cr:1.0～3.0%、Mo:0.03～2.0%、V:0.01～1.0%、B:0.002%以下であり、必要に応じてNi、Zr、Pb、Te、SeおよびBiの1種または2種以上を含有し、残部が実質的にFeからなり、かつ下式
$$BH = 326.0 + 847.3(C\%) + 18.3(Si\%) - 8.6(Mn\%) - 12.5(Cr\%) \leq 460$$
をみたす合金組成を有する、予熱および後熱を必要とせず、溶接性に優れたプラスチック成形金型用鋼(特開平3-177536号公報)が用いられていた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記従来のプラスチック成形金型用鋼は、溶接性に優れ、また硬さ、耐力、靱性などの金型に必要な一般的な性質が優れているが、放電加工後の表面の平滑性が十分でなかった。本発明は、上記従来のプラスチック成形金型用鋼と同等の金型に必

要な一般的な性質、溶接性が優れているとともに、上記従来のプラスチック成形金型用鋼より粉末放電加工後の放電加工肌の粗さが小さい、 $R_{\max}$  が  $10\mu\text{m}$  以下、望ましくは  $8\mu\text{m}$  以下になるプラスチック成形金型用鋼を提供することを課題としている。

#### 【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明者らは、プラスチック成形金型用鋼に必要な性質、成分組成、粉末放電加工後の表面を平滑にする方法について鋭意研究していたところ、プラスチック成形金型は、表面の光沢をよくする必要があるため、その加工は、切削加工に比較して粉末放電加工後の研磨加工時間のほうが長くなる傾向があること、そのためプラスチック成形金型用鋼は、被削性が若干低下しても、粉末放電加工後の表面の平滑性が優れていたほうが望ましいこと、粉末放電加工後の表面が平滑にならない原因の一つは、切削加工性を向上させるための  $\text{MnS}$  介在物が粉末放電加工において溶融して発生するピットおよび溝であること、 $\text{S}$  含有量と粉末放電加工後の放電加工面の粗さとの関係は図1に示すようになることから、粉末放電加工後の放電加工面の粗さを  $R_{\max}$  で  $10\mu\text{m}$  以下にするには  $\text{S}$  含有量を  $0.0080\%$  以下にすればよいことなどの知見を得た。本発明は、これらの知見に基づいて発明をされたものである。

【0006】すなわち、本発明の粉末放電加工性に優れたプラスチック成形金型用鋼においては、 $\text{C}: 0.10 \sim 0.30\%$ 、 $\text{Si}: 0.35\%$  以下、 $\text{Mn}: 0.5 \sim 3.5\%$ 、 $\text{P}: 0.020\%$ 、 $\text{S}: 0.0030 \sim 0.0130\%$ 、 $\text{Cu}: 0.10\%$  以下、 $\text{Ni}: 0.20\%$  以下、 $\text{Cr}: 1.0 \sim 3.0\%$ 、 $\text{Mo}: 0.03 \sim 2.0\%$ 、 $\text{V}$  と  $\text{Nb}$  を1種または2種それぞれ  $0.05 \sim 0.30\%$ 、 $\text{s-Al}: 0.030\%$  以下、 $\text{O}: 0.0030\%$  以下、 $\text{N}: 0.020\%$  以下および介在物量:  $0.018\%$  以下を含有し、必要に応じて  $\text{B}: 0.0002 \sim 0.0020\%$  を含有し、残部が  $\text{Fe}$  および不可避的不純物からなるものとする。ことである。

【0007】また、本発明の粉末放電加工性に優れたプラスチック成形金型用鋼においては、 $\text{C}: 0.10 \sim 0.30\%$ 、 $\text{Si}: 0.35\%$  以下、 $\text{Mn}: 0.5 \sim 3.5\%$ 、 $\text{P}: 0.020\%$ 、 $\text{S}: 0.0030 \sim 0.0130\%$ 、 $\text{Cu}: 0.10\%$  以下、 $\text{Ni}: 0.20\%$  以下、 $\text{Cr}: 1.0 \sim 3.0\%$ 、 $\text{Mo}: 0.03 \sim 2.0\%$ 、 $\text{V}$  と  $\text{Nb}$  を1種または2種それぞれ  $0.05 \sim 0.30\%$ 、 $\text{s-Al}: 0.030\%$  以下、 $\text{O}: 0.0030\%$  以下、 $\text{N}: 0.020\%$  以下および介在物量:  $0.018\%$  以下を含有し、更に  $\text{Ca}: 0.0005 \sim 0.010\%$ 、 $\text{Se}: 0.010 \sim 0.15\%$  および  $\text{Te}: 0.010 \sim 0.15\%$ 、 $\text{Zr}: 0.003 \sim 0.20\%$ 、 $\text{Pb}: 0.03 \sim 0.20\%$  および  $\text{Bi}: 0.010 \sim 0.20\%$  のうちの1種または2種以上を含有

し、必要に応じて  $\text{B}: 0.0002 \sim 0.0020\%$  を含有し、残部が  $\text{Fe}$  および不可避的不純物からなるものとする。ことである。

#### 【0008】

【作用】本発明の粉末放電加工性に優れたプラスチック成形金型用鋼は、 $\text{S}$  含有量を減少させて粉末放電加工後の表面の粗さの原因となる  $\text{MnS}$  介在物を減少させるとともに、粉末放電加工後の表面の粗さの原因となる介在物を  $0.018\%$  以下、介在物を生成する  $\text{O}$  を  $0.0030\%$  以下にしているので、粉末放電加工後の放電加工面の粗さの  $R_{\max}$  が  $10\mu\text{m}$  以下になる。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】次に、本発明の粉末放電加工性に優れたプラスチック成形金型用鋼の成分及びその含有量を限定した理由を説明する。

$\text{C}: 0.10 \sim 0.30\%$

$\text{C}$  は、焼入れ焼戻し後に硬さおよび耐力を向上させるので、そのために含有させる元素である。その効果を得るためには  $0.10\%$ 、好ましくは  $0.16\%$  以上含有させる必要があるが、 $0.30\%$ 、好ましくは  $0.20\%$  を超えると溶接割れ感受性が高くなり、また焼入れ焼戻し後の硬さが高くなり過ぎるので、その含有範囲を  $0.10 \sim 0.30\%$  とする。好ましい範囲は  $0.16 \sim 0.20\%$  とする。

#### 【0010】 $\text{Si}: 0.35\%$ 以下

$\text{Si}$  は、鋼の溶製の脱酸剤として、またピンホールの原因となる  $\text{Al}_2\text{O}_3$  を生成する  $\text{O}$  の低減および焼入性を高くするとともに、 $\text{S}$  含有量を減少させることによる機械加工性を向上させるために含有させる元素である。それらの効果を得るためには好ましくは  $0.20$  以上含有させる必要があるが、 $0.35\%$ 、好ましくは  $0.30\%$  を超えると溶接割れ感受性が高くなり、また偏析を大きくすることによるシボ加工におけるシボムラの発生も多くなるので、その含有範囲を  $0.35\%$  以下とする。好ましい範囲は  $0.20 \sim 0.30\%$  である。

#### 【0011】 $\text{Mn}: 0.5 \sim 2.0\%$

$\text{Mn}$  は、 $\text{MnS}$  を形成して被削性を高くするとともに、溶接時の母材側の硬さを低くして溶接割れを押さえ、焼入性を高くするので、それらのために含有させる元素である。それらの効果を得るためには  $0.5\%$  以上、好ましくは  $1.2\%$  以上含有させる必要があるが、 $2.0\%$ 、好ましくは  $1.7\%$  を超えると被削性を低下するので、その含有範囲を  $0.5 \sim 2.0\%$  とする。好ましい範囲は  $1.2 \sim 1.7\%$  である。

$\text{P}: 0.020\%$  以下

$\text{P}$  は、鋼の靱性を低下するので少ないほうが好ましいが、 $0.020\%$  以下であれば、靱性に与える影響が少ないので、その含有量を  $0.020\%$  以下とする。

#### 【0012】 $\text{S}: 0.0030 \sim 0.0130\%$

$\text{S}$  は、放電加工面のピットおよび溝の原因となる  $\text{MnS}$

を生成するが、被削性を向上させるので、そのために含有させる元素である。その効果を得るためには0.0030%以上、好ましくは0.006%以上含有させる必要があるが、0.0130%、好ましくは0.0095%を超えると粉末放電加工面のピットの原因となるMnSの量が多くなるので、その含有範囲を0.0030~0.0130%とする。好ましい範囲は0.0060~0.0095%である。

【0013】Cu:0.10%以下、Ni:0.20%以下

CuおよびNiは、焼入れ性を高くする元素であるが、本発明の粉末放電加工性に優れたプラスチック成形金型用鋼には必要な元素ではないので、原料から混入する不純物のCu:0.10%以下、Ni:0.20%以下とする。

Cr:1.0~3.0%

Crは、大型の金型の焼入れ性を高くするために含有させる元素である。その効果を得るためには1.0%、好ましくは1.6%以上含有させる必要があるが、3.0%、好ましくは2.2%を超えると炭化物偏析帯を助長し、シボ加工性を低下させるとともに被削性、溶接性および熱間加工性を低下するので、その含有範囲を1.0~3.0%とする。好ましい範囲は1.6~2.2%である。

【0014】Mo:0.2~1.0%

Moは、大型の金型の焼入れ性を高くするとともに、600℃以上での焼戻し軟化抵抗性を確保するために含有させる元素である。その効果を得るためには0.2%、好ましくは0.3%以上含有させる必要があるが、1.0%、好ましくは0.5%を超えると炭化物偏析帯を助長し、シボ加工性を低下被削性を低下させるので、その含有範囲を0.20~1.0%とする。好ましい範囲は0.3~0.5%である。

【0015】V:0.05~0.30%、Nb:0.05~0.30%

VおよびNbは、焼戻し軟化抵抗性を確保するとともに、結晶粒を微細化させるので、それらのために含有させる元素である。それらの効果を得るためには0.05%、好ましくは0.08%以上含有させる必要があるが、0.30%、好ましくは0.15%を超えると被削性および靱性を低下するので、その含有範囲を0.05~0.30%とする。好ましい範囲は0.08~0.15%である。

s-Al:0.030%以下

【0016】Alは、脱酸剤として添加する元素であるが、その脱酸生成物の $Al_2O_3$ は、ピンホールの発生の原因となるとともに、被削性にも有害であるので、低いほど好ましい。しかし、s-Alとして0.030%以下であれば、その影響が小さいので、その含有量をs-Alとして0.030%以下とする。

【0017】O:0.0030%以下

Oは、不純物であり、含有量が多くなると酸化物が多くなって鋼の靱性を低下するとともに、脱酸剤として添加されるAlと化合してピンホールの発生の原因および被削性の低下の原因となる $Al_2O_3$ を生成するので、その含有量を0.0030%以下とする。

【0018】N:0.020%以下

Nは、C、Cr、Mo、V、Alなどと結合して炭窒化物を生成し、結晶粒を微細にするが、炭窒化物によるピンホールの発生の原因および熱間加工性低下の原因となるので、N:0.020%以下とする。

【0019】介在物:0.018%以下

介在物は、被削性を確保するため、主にMnSなどとして望ましくは0.005%以上必要であるが、多くなると粉末放電加工面のピット、ピンホール、溝などの原因となるのでA系、B系およびC系を含む総量で0.018%以下にする必要がある。

【0020】B:0.0002~0.0020%

Bは、焼入れ性を高くするので、そのために含有させる元素である。その効果を得るためには0.0002%以上含有させる必要があるが、0.0020%を超えると焼入れ性が飽和するとともに、溶接割れ感受性を高くするので、その含有範囲は0.0002~0.002%とする。

【0021】Ca:0.0005~0.010%、S

e:0.010~0.15%、Te:0.010~0.15%、Zr:0.003~0.20%、Pb:0.03~0.20%、Bi:0.010~0.20%

Ca、Se、Te、Zr、PbおよびBiは、被削性を向上させるので、そのために含有させる元素である。その含有量がCaで0.0005%、Se、TeおよびBiで0.010%、Zrで0.003%、Pbで0.03%より少ないとその効果が小さく、Caで0.010%、SeおよびTeで0.15%、Zr、PbおよびBiで0.20%を超えると、靱性、硬さ、熱間加工性などを低下させるので、その含有量を上記のとおりとする。

【0022】次に、本発明の粉末放電加工性に優れたプラスチック成形金型用鋼の製造方法および熱処理について一例を説明する。本発明の粉末放電加工性に優れたプラスチック成形金型用鋼は、真空誘導溶解炉、アーク式電気炉、再溶解炉(ESR、VAR)などを用いてこの種の鋼の溶製方法と同様な方法で溶製し、普通の方法で鋳塊、連続鋳造片とし、分塊鍛造または分塊圧延、鍛造または圧延などによって製造することができる。また熱処理は、鍛造若しくは圧延後空冷または鍛造もしくは圧延後再加熱して950℃付近から空冷して焼入れをし、600~650℃付近で適正時間加熱した後空冷して焼戻しをすることなどによって行うことができる。

50 【0023】以下、本発明の実施例を説明する。

【実施例】下記表1に示す本発明例および比較例のプラスチック成形金型用鋼を真空脱ガス溶解炉で溶製し、造塊した後、インゴットを製造した。その後熱間鍛造し、約950℃から空冷して焼入れし、650℃で7時間加\*

\*熱した後空冷して焼戻しをして400mm×1000mm×1700mmの鋼材を製造した。

【0024】

【表1】

		(wt%)									
	№	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	
本 発 明 例	1	0.27	0.21	1.35	0.018	0.0047	0.05	0.03	2.78	1.05	
	2	0.17	0.24	1.49	0.015	0.0064	0.06	0.08	1.90	0.37	
	3	0.12	0.15	2.06	0.019	0.0110	0.03	0.10	1.65	1.86	
	4	0.15	0.32	3.10	0.011	0.0032	0.02	0.08	1.21	0.10	
比 較 例	1	0.18	0.25	1.60	0.008	0.0350	0.05	0.04	2.25	0.37	
	2	0.14	0.30	1.60	0.009	0.0501	0.05	0.05	1.40	0.25	
	3	0.28	0.99	1.15	0.010	0.0250	0.05	0.08	0.30	0.05	

V	Nb	s-Al	O	H	B	その他	介在物
0.19	—	0.028	0.0021	0.0120	—	—	0.008
0.10	—	0.025	0.0016	0.0110	0.0002	—	0.010
—	0.16	0.013	0.0018	0.0132	—	Ca:0.0016 Pb:0.05	0.018
0.24	0.07	0.021	0.0034	0.0101	0.0013	Se:0.011 Te:0.03 Zr:0.004 Bi:0.03	0.012
0.11	—	0.018	0.0037	0.0145	—	—	0.030
0.12	—	0.014	0.0021	0.0131	—	—	0.244
0.05	—	0.020	0.0010	0.0050	—	—	0.121

比較例1は、明細書記載の従来例である。

【0025】上記鋼材から試験片を切り出し、表面と中心部の硬さ、下記条件で粉末放電加工をした放電加工面の粗さおよび下記条件での被削性を測定した。その結果を下記表2に示す。粉末放電加工は、使用装置：EDN C85S（牧野フライス（株）製）、D.F. = 14% 30（Ton = 1.5μs、Toff = 9.0μs）、加工方法：高品位仕上げ加工無噴流、添加材濃度：μSC 1g/リットル、電極材料：Cr

※【0026】被削性は、刃数14、材質サーメットの直径315mmのカッターを使用し、送り速度400mm/min、周速度158m/minおよび切り込み3mm並びに切削油無しの条件で縦フライス加工機による連続切削加工によって行い、刃の摩耗が0.2mmになるまでの切削距離を測定した。

【0027】

【表2】

表 2

	No.	硬 さ		放電加工面の粗さ R <sub>max</sub>	被 削 性 切削距離 (mm)
		表面 (HV)	中心 (HRC, HB)		
実 施 例	1	437	33 HRC	6 μm	22050
	2	420	33 HRC	4	22120
	3	417	31 HRC	9	22930
	4	408	30 HRC	8	21910
比 較 例	1	415	33 HRC *	21	23530
	2	400	192 HB	29	24690
	3	477	168 HB	14	24550

比較例1の中心硬さは、33 HRCと308HVであった。

【0028】これらの結果によると、本発明例は、表面の硬さがHVで408～437、中心部の硬さがHRCで30～33であり、さらに放電加工面の粗さのR<sub>max</sub>が4～9μmであり、また被削性は21910～229★50

★30mmであった。本発明例は、比較例のものに比較して被削性が劣っているが、刃物の摩耗量が大きくなるだけで、加工時間が特に長くなるわけではないので、プラスチック成形金型用鋼においてはそれほどの欠点になら

ない。

【0029】これに対して、S含有量が本発明より多い比較例1は、表面の硬さがHVで415、中心部の硬さがHRCで33であり、さらに放電加工面の粗さの $R_{\max}$ が $21\mu\text{m}$ であり、また被削性は23530mmであった。本発明例と比較すると、硬さが同程度であり、被削性がやや優れているが、放電加工面の粗さの $R_{\max}$ が2.3倍以上であった。さらに、S含有量が本発明よりかなり多い比較例2は、表面の硬さがHVで400であり、さらに放電加工面の粗さの $R_{\max}$ が $29\mu\text{m}$ であり、また被削性は24690mmであった。本発明例と比較すると、硬さがやや低く、また被削性が優れているが、放電加工面の粗さの $R_{\max}$ が3.2倍以上であった。また、S含有量が本発明より多い比較例2は、表面の硬さがHVで477であり、さらに放電加工面の粗さの $R_{\max}$ が $14\mu\text{m}$ であり、また被削性は24550mm

であった。本発明例と比較すると、表面の硬さがかなり高いが、被削性が優れていた。しかし、放電加工面の粗さの $R_{\max}$ が1.5倍以上であった。

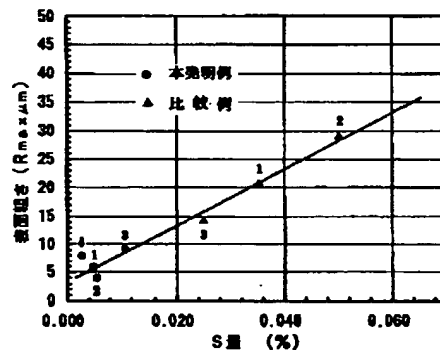
【0030】

【発明の効果】本発明の粉末放電加工性の優れたプラスチック成形金型用鋼は、上記構成にしたことにより、粉末放電加工後の放電加工面の粗さを $R_{\max}$ で $10\mu\text{m}$ 以下にすることができるとともに、放電加工面の硬さの上昇を小さくすることができることなどにより、粉末放電加工後の研磨時間が短縮されるので、合計の金型製作時間が従来のものより短縮することができるという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】プラスチック成形金型用鋼におけるS含有量と粉末放電加工後の放電加工面の粗さとの関係を示すグラフである。

【図1】



【手続補正書】

【提出日】平成12年4月6日(2000.4.6)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】重量%で(以下同じ)、C:0.10~0.30%、Si:0.35%以下、Mn:0.5~3.5%、P:0.020%以下、S:0.0030~0.0130%、Cu:0.10%以下、Ni:0.20%以下、Cr:1.0~3.0%、Mo:0.03~2.0%、VとNbを1種または2種それぞれ0.05~0.30%、s-Al:0.030%以下、O:0.0030%以下、N:0.020%以下および介在物量:0.018%以下を含有し、残部がFeおよび不可避免的な不純物からなることを特徴とする粉末放電加工性に優れた

たプラスチック成形金型用鋼。

【請求項2】C:0.10~0.30%、Si:0.35%以下、Mn:0.5~3.5%、P:0.020%以下、S:0.0030~0.0130%、Cu:0.10%以下、Ni:0.20%以下、Cr:1.0~3.0%、Mo:0.03~2.0%、VとNbを1種または2種それぞれ0.05~0.30%、s-Al:0.030%以下、O:0.0030%以下、N:0.020%以下および介在物量:0.018%以下を含有し、さらにB:0.0002~0.0020%を含有し、残部がFeおよび不可避免的な不純物からなることを特徴とする粉末放電加工性に優れたプラスチック成形金型用鋼。

【請求項3】C:0.10~0.30%、Si:0.35%以下、Mn:0.5~3.5%、P:0.020%以下、S:0.0030~0.0130%、Cu:0.10%以下、Ni:0.20%以下、Cr:1.0

～3.0%、Mo:0.03～2.0%、VとNbを1種または2種それぞれ0.05～0.30%、s-Al:0.030%以下、O:0.0030%以下、N:0.020%以下および介在物量:0.018%以下を含有し、更にCa:0.0005～0.010%、Se:0.010～0.15%およびTe:0.010～0.15%、Zr:0.003～0.20%、Pb:0.03～0.20%およびBi:0.010～0.20%のうちの1種または2種以上を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなることを特徴とする粉末放電加工性に優れたプラスチック成形金型用鋼。

【請求項4】 C:0.10～0.30%、Si:0.35%以下、Mn:0.5～3.5%、P:0.020%以下、S:0.0030～0.0130%、Cu:0.10%以下、Ni:0.20%以下、Cr:1.0～3.0%、Mo:0.03～2.0%、VとNbを1種または2種それぞれ0.05～0.30%、s-Al:0.030%以下、O:0.0030%以下、N:0.020%以下および介在物量:0.018%以下を含有し、さらにB:0.0002～0.0020%を含有し、またCa:0.0005～0.010%、Se:0.010～0.15%およびTe:0.010～0.15%、Zr:0.003～0.20%、Pb:0.03～0.20%およびBi:0.010～0.20%のうちの1種または2種以上を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなることを特徴とする粉末放電加工性に優れたプラスチック成形金型用鋼。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正内容】

【0006】すなわち、本発明の粉末放電加工性に優れた

たプラスチック成形金型用鋼においては、C:0.10～0.30%、Si:0.35%以下、Mn:0.5～3.5%、P:0.020%以下、S:0.0030～0.0130%、Cu:0.10%以下、Ni:0.20%以下、Cr:1.0～3.0%、Mo:0.03～2.0%、VとNbを1種または2種それぞれ0.05～0.30%、s-Al:0.030%以下、O:0.0030%以下、N:0.020%以下および介在物量:0.018%以下を含有し、必要に応じてB:0.0002～0.0020%を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなるものとするものである。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】また、本発明の粉末放電加工性に優れたプラスチック成形金型用鋼においては、C:0.10～0.30%、Si:0.35%以下、Mn:0.5～3.5%、P:0.020%以下、S:0.0030～0.0130%、Cu:0.10%以下、Ni:0.20%以下、Cr:1.0～3.0%、Mo:0.03～2.0%、VとNbを1種または2種それぞれ0.05～0.30%、s-Al:0.030%以下、O:0.0030%以下、N:0.020%以下および介在物量:0.018%以下を含有し、更にCa:0.0005～0.010%、Se:0.010～0.15%およびTe:0.010～0.15%、Zr:0.003～0.20%、Pb:0.03～0.20%およびBi:0.010～0.20%のうちの1種または2種以上を含有し、必要に応じてB:0.0002～0.0020%を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなるものとするものである。

【手続補正書】

【提出日】平成12年4月19日(2000.4.19)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正内容】

【0027】

【表2】



表 2

	No.	硬 さ		放電加工面の 粗さ $R_{max}$	被 削 性 切屑距離 (mm)
		表面 (HV)	中心 (HRC, HB)		
本 発 明 例	1	437	33 HRC	6 $\mu$ m	22050
	2	420	33 HRC	4	22120
	3	417	31 HRC	9	22930
	4	408	30 HRC	8	21910
比 較 例	1	415	33 HRC *	21	23530
	2	400	192 HB	29	24690
	3	477	168 HB	14	24550

比較例1の中心硬さは、33 HRCと308HVであった。

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The C:0.10 - 0.30% (below the same) at weight %, less than [ Si:0.35% ], Mn: 0.5-3.5%, P:0.020%, S:0.0030 - 0.0130%, Cu: Less than [ 0.10% ], less than [ nickel:0.20% ], Cr:1.0-3.0%, Mo:0.03-2.0%, and V and Nb -- one sort -- or 0.05 to 0.30% two sorts, respectively s-aluminum: Less than [ 0.030% ], O:0.0030% or less, N:0.020% or less, and the amount of inclusion: Steel for plastic-molding metal mold excellent in the powder electron discharge method nature characterized by containing 0.018% or less and the remainder consisting of Fe and an unescapable impurity.

[Claim 2] C:0.10 - 0.30%, less than [ Si:0.35% ], Mn:0.5-3.5%, P:0.020%, S:0.0030 - 0.0130%, less than [ Cu:0.10% ], nickel: Less than [ 0.20% ], Cr:1.0-3.0%, Mo:0.03-2.0%, V and Nb -- one sort or two sorts -- respectively -- 0.05 - 0.30%, and s-aluminum: -- 0.030% or less O:0.0030% or less, N:0.020% or less, and the amount of inclusion: Steel for plastic-molding metal mold excellent in the powder electron discharge method nature characterized by containing 0.018% or less, containing further B:0.0002 - 0.0020%, and the remainder consisting of Fe and an unescapable impurity.

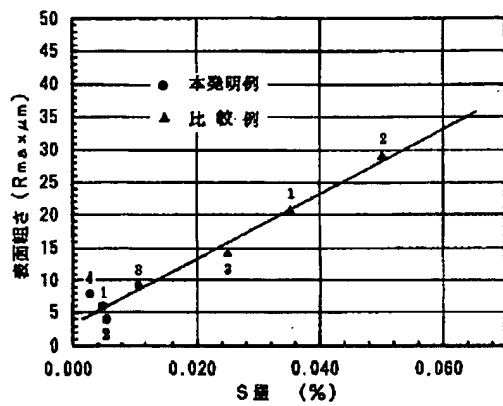
[Claim 3] C:0.10 - 0.30%, less than [ Si:0.35% ], Mn:0.5-3.5%, P:0.020%, S:0.0030 - 0.0130%, less than [ Cu:0.10% ], nickel: Less than [ 0.20% ], Cr:1.0-3.0%, Mo:0.03-2.0%, V and Nb -- one sort or two sorts -- respectively -- 0.05 - 0.30%, and s-aluminum: -- 0.030% or less O:0.0030% or less, N:0.020% or less, and the amount of inclusion : 0.018% or less is contained. Furthermore, calcium:0.0005-0.010%, Se:0.010-0.15%, and Te:0.010-0.15%, Zr: Steel for plastic-molding metal mold excellent in the powder electron discharge method nature characterized by containing 1 of 0.003-0.20%, Pb:0.03-0.20%, and Bi:0.010-0.20% of sorts, and two sorts or more, and the remainder consisting of Fe and an unescapable impurity.

[Claim 4] C:0.10 - 0.30%, less than [ Si:0.35% ], Mn:0.5-3.5%, P:0.020%, S:0.0030 - 0.0130%, less than [ Cu:0.10% ], nickel: Less than [ 0.20% ], Cr:1.0-3.0%, Mo:0.03-2.0%, V and Nb -- one sort or two sorts -- respectively -- 0.05 - 0.30%, and s-aluminum: -- 0.030% or less O:0.0030% or less, N:0.020% or less, and the amount of inclusion : 0.018% or less is contained. Further B:0.0002 - 0.0020% is contained. Moreover, calcium:0.0005-0.010%, Se: 0.010-0.15% and Te:0.010-0.15%, Zr: Steel for plastic-molding metal mold excellent in the powder electron discharge method nature characterized by containing 1 of 0.003-0.20%, Pb:0.03-0.20%, and Bi:0.010-0.20% of sorts, and two sorts or more, and the remainder consisting of Fe and an unescapable impurity.

---

[Translation done.]

Drawing selection drawing 1



[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the steel for plastic-molding metal mold with which the front face after a powder electron discharge method becomes the field roughness near MIGAKIRESU, when carrying out machining and a powder electron discharge method to the steel for plastic-molding metal mold and a detail excellent in powder electron discharge method nature in the state of pre HADON.

[0002]

[Description of the Prior Art] Since the metal mold used for shaping of plastics is usually manufactured in the steel for metal mold by machining, the powder electron discharge method (the electron discharge method approach which supplies detailed powder between a processing side and an electrode, and makes a processing side smooth by induction of discharge with this powder, reduction of spark discharge energy, etc.), polish processing, etc., while the machinability in machining is excellent, it is required for the steel for metal mold that the smooth nature of the front face after a powder electron discharge method should be excellent. Furthermore, since it may be welded in repair, a design change, an assembly, etc., it is required that weldability should also be excellent. Moreover, since it appears in the front face of the plastic which the configuration on the front face of metal mold fabricated, it is required that the general property required for metal mold, such as that neither a pinhole nor crimp nonuniformity occurs on a front face, hardness, proof stress, and toughness, should be excellent with polish or crimp processing etc. Especially, in order to carry out cutting after hardening and annealing since it deforms by heat distortion and manufacture days become long if hardening and annealing are carried out after processing in manufacture of the latest metal mold, the steel for metal mold excellent in machinability was demanded.

[0003] C:0.1 - 0.3% which the applicant developed as steel for plastic-molding metal mold conventionally, Si: Less than [ 0.25% ], Mn:0.5-3.5%, P:0.02% or less, S:0.01 - 0.10%, Cr:1.0-3.0%, Mo:0.03-2.0%, It is V:0.01 - 1.0%, and B:0.002% or less, and the need is accepted. nickel, One sort of Zr, Pb, Te, Se, and Bi or two sorts or more are contained. The remainder consists of Fe substantially and have the alloy presentation with which formula  $BH = 326.0 + 847.3(C\%) + 18.3(Si\%) - 8.6(Mn\%) - 12.5(Cr\%) \leq 460$  are filled the bottom. A preheating and post heating were not needed but the steel for plastic-molding metal mold excellent in weldability (publication-number 3-No. 177536 official report) was used.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The above-mentioned conventional steel for plastic-molding metal mold did not have the enough smooth nature of the front face after an electron discharge method, although it excelled in weldability and the general property required for metal mold, such as hardness, proof stress, and toughness, was excellent. This invention is Rmax with the granularity of the electron discharge method skin after a powder electron discharge method smaller than the above-mentioned conventional steel for plastic-molding metal mold while a general property required for metal mold

equivalent to the above-mentioned conventional steel for plastic-molding metal mold and weldability are excellent. It is making into the technical problem to offer 10 micrometers or less of steel for plastic-molding metal mold desirably set to 8 micrometers or less.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, the property which this invention persons need for the steel for plastic-molding metal mold, When it is inquiring wholeheartedly about the approach of making smooth the front face after a component presentation and a powder electron discharge method, plastic-molding metal mold Since it is necessary to improve surface gloss, the processing That there is an inclination for the way of the polish floor to floor time after a powder electron discharge method to become long as compared with cutting, therefore the steel for plastic-molding metal mold One of the causes by which the front face after that it is more desirable for the smooth nature of the front face after a powder electron discharge method to be excellent and a powder electron discharge method does not become smooth even if machinability falls a little It is the pit and slot which the MnS inclusion for raising machinability fuses and generates in a powder electron discharge method, The relation between S content and the granularity of the electron discharge method side after a powder electron discharge method is Rmax about the granularity of the electron discharge method side after a powder electron discharge method since it comes to be shown in drawing 1 .

Knowledge -- what is necessary is just to make S content 0.0080% or less, for making it 10 micrometers or less etc. -- was acquired. It is invented by this invention based on these knowledge.

[0006] Namely, it sets to the steel for plastic-molding metal mold excellent in the powder electron discharge method nature of this invention. C:0.10 - 0.30%, less than [ Si:0.35% ], Mn:0.5-3.5%, P:0.020%, S:0.0030 - 0.0130%, less than [ Cu:0.10% ], nickel: Less than [ 0.20% ], Cr:1.0-3.0%, Mo:0.03-2.0%, V and Nb -- one sort or two sorts -- respectively -- 0.05 - 0.30%, and s-aluminum: -- 0.030% or less O:0.0030% or less, N:0.020% or less, and the amount of inclusion: It is that shall contain 0.018% or less, shall contain B:0.0002 - 0.0020% if needed, and the remainder shall consist of Fe and an unescapable impurity.

[0007] Moreover, it sets to the steel for plastic-molding metal mold excellent in the powder electron discharge method nature of this invention. C:0.10 - 0.30%, less than [ Si:0.35% ], Mn:0.5-3.5%, P:0.020%, S:0.0030 - 0.0130%, less than [ Cu:0.10% ], nickel: Less than [ 0.20% ], Cr:1.0-3.0%, Mo:0.03-2.0%, V and Nb -- one sort or two sorts -- respectively -- 0.05 - 0.30%, and s-aluminum: -- 0.030% or less O:0.0030% or less, N:0.020% or less, and the amount of inclusion : 0.018% or less is contained. Furthermore, calcium:0.0005-0.010%, Se:0.010-0.15%, and Te:0.010-0.15%, Zr: It is that shall contain 1 of 0.003-0.20%, Pb:0.03-0.20%, and Bi:0.010-0.20% of sorts, and two sorts or more, shall contain B:0.0002 - 0.0020% if needed, and the remainder shall consist of Fe and an unescapable impurity.

[0008]

[Function] Since O which generates inclusion for the inclusion leading to the granularity of the front face after a powder electron discharge method 0.018% or less is made 0.0030% or less while decreasing the MnS inclusion which S content is decreased and causes granularity of the front face after a powder electron discharge method, the steel for plastic-molding metal mold excellent in the powder electron discharge method nature of this invention is Rmax of the granularity of the electron discharge method side after a powder electron discharge method. It is set to 10 micrometers or less.

[0009]

[Embodiment of the Invention] Next, the reason which limited the component of the steel for plastic-molding metal mold excellent in the powder electron discharge method nature of this invention and its content is explained.

C: Since C raises hardness and proof stress after hardening annealing C:0.10 to 0.30% therefore, it is the element made to contain. In order to acquire the effectiveness, since weld-cracking susceptibility will become high and the hardness after hardening annealing will become high too much if it exceeds 0.20% preferably 0.30% although it is necessary to make it contain 0.16% or more preferably, the content range is made into 0.10 - 0.30% 0.10%. The desirable range is made into 0.16 - 0.20%.

[0010] Si: 0.35% or less Si is aluminum 2O<sub>3</sub> which causes a pinhole as a deoxidizer of an ingot of steel. While making high the reduction and hardenability of O to generate, it is the element made to contain in order to raise the machinability by decreasing S content. In order to acquire those effectiveness, it is necessary to make it contain 0.20 or more preferably but, and since generating of the crimp nonuniformity in crimp processing by weld-cracking susceptibility becoming high and enlarging a segregation will also increase 0.35% if it exceeds 0.30% preferably, the content range is made into 0.35% or less. The desirable range is 0.20 - 0.30%.

[0011] Mn: Since hardness by the side of the base material at the time of welding is made low, weld cracking is pressed down and hardenability is made high while Mn forms MnS 0.5 to 2.0% and making machinability high, it is the element made to contain for those reasons. In order to acquire those effectiveness, since machinability will be fallen if it exceeds 1.7% preferably 2.0% although it is necessary to make it contain 1.2% or more preferably, the content range is made into 0.5 - 2.0% 0.5% or more. The desirable range is 1.2 - 1.7%.

Since P:0.020% or less P falls the toughness of steel, it is desirable little way, but if it is 0.020% or less, since there is little effect which it has on toughness, it makes the content 0.020% or less.

[0012] Although S:0.0030 - 0.0130% S generates MnS leading to the pit of an electron discharge method side, and a slot, since machinability is raised therefore, it is an element made to contain. In order to acquire the effectiveness, since the amount of MnS leading to the pit of a powder electron discharge method side will increase if it exceeds 0.0095% preferably 0.0130%, although it is necessary to make it contain 0.006% or more preferably, the content range is made into 0.0030 - 0.0130% 0.0030% or more. The desirable range is 0.0060 - 0.0095%.

[0013] less than [ Cu:0.10% ] and nickel: -- 0.20% or less, although Cu and nickel are elements which make hardenability high, since they are not an element required for the steel for plastic-molding metal mold excellent in the powder electron discharge method nature of this invention, they are made into less than [ of the impurity mixed from a raw material / Cu:0.10% ], and less than [ nickel:0.20% ].

Cr: 1.0-3.0% Cr is an element made to contain in order to make the hardenability of large-sized metal mold high. In order to acquire the effectiveness, since machinability, weldability, and hot-working nature will be fallen while promoting a carbide segregation band and reducing crimp workability if it exceeds 2.2% preferably 3.0% although it is necessary to make it contain 1.6% or more preferably, the content range is made into 1.0 - 3.0% 1.0%. The desirable range is 1.6 - 2.2%.

[0014] Mo: While Mo makes the hardenability of large-sized metal mold high 0.2 to 1.0%, it is the element made to contain in order to secure resistance-to-temper-softening nature 600 degrees C or more. In order to acquire the effectiveness, since a carbide segregation band will be promoted and crimp workability will reduce fall machinability if it exceeds 0.5% preferably 1.0% although it is necessary to make it contain 0.3% or more preferably, the content range is made into 0.20 - 1.0% 0.2%. The desirable range is 0.3 - 0.5%.

[0015] V:0.05 - 0.30%, and Nb: -- 0.05 to 0.30%, since V and Nb make crystal grain make it detailed while securing resistance-to-temper-softening nature, they are an element made to contain for those reasons. In order to acquire those effectiveness, since machinability and toughness will be fallen if it exceeds 0.15% preferably 0.30% although it is necessary to make it contain 0.08% or more preferably, the content range is made into 0.05 - 0.30% 0.05%. The desirable range is 0.08 - 0.15%.

s-aluminum: Less than [ 0.030% ] [0016] aluminum is aluminum 2O<sub>3</sub> of the deoxidation products, although it is the element added as a deoxidizer. Since it is harmful also to machinability while becoming the cause of generating of a pinhole, it is so desirable that it is low. However, if it is 0.030% or less as s-aluminum, since the effect is small, it may be 0.030% or less by making the content into s-aluminum.

[0017] O:0.0030% or less O is aluminum 2O<sub>3</sub> which combines with aluminum added as a deoxidizer and becomes the cause of generating of a pinhole, and the cause of a fall of machinability while oxides will increase in number and falling the toughness of steel, if it is an impurity and a content increases. Since it generates, the content is made into 0.0030% or less.

[0018] Although N combines with C, Cr, Mo, V, aluminum, etc. N:0.020% or less, carbon nitride is

generated and crystal grain is made detailed, since it becomes the cause of generating of the pinhole by carbon nitride, and the cause of a hot-working nature fall, it may be N:0.020% or less.

[0019] Inclusion: In order that inclusion may secure machinability 0.018% or less, it is mainly desirably [ as MnS etc. ] required 0.005% or more, but since it will become the cause of the pit of a powder electron discharge method side, a pinhole, a slot, etc. if it increases, it is necessary to make it to 0.018% or less in the total amount containing A system, B system, and C system.

[0020] Since B:0.0002 - 0.0020%B makes hardenability high therefore, it is an element made to contain. In order to acquire the effectiveness, it is necessary to make it contain 0.0002% or more but, and since weld-cracking susceptibility will be made high while hardenability is saturated if it exceeds 0.0020%, the content range is made into 0.0002 - 0.002%.

[0021] calcium:0.0005-0.010%, Se:0.010-0.15%, and Te: -- 0.010 - 0.15%, Zr:0.003-0.20%, Pb:0.03-0.20%, and Bi: -- 0.010 to 0.20%, since calcium, Se, TeZr, and Pb and Bi raise machinability therefore, they are an element made to contain. If the effectiveness is small when there are [ in 0.0005%, and Se, Te and Bi / in 0.010% and Zr ] few the contents from calcium at 0.003% and Pb than 0.03%, and it exceeds by Se and Te and it exceeds 0.20% by Zr, Pb, and Bi 0.15% 0.010% from calcium, since toughness, hardness, hot-working nature, etc. will be reduced, the content is carried out as above-mentioned.

[0022] Next, an example is explained about the manufacture approach of the steel for plastic-molding metal mold and heat treatment excellent in the powder electron discharge method nature of this invention. The steel for plastic-molding metal mold excellent in the powder electron discharge method nature of this invention can be ingoted by the ingot approach of this kind of steel, and the same approach using a vacuum induction melting furnace, an arc type electric furnace, a remelting furnace (ESR, VAR), etc., can be made into an ingot and the piece of continuous casting by the conventional method, and can be manufactured with cogging forging or slabbing, forging, or rolling. Moreover, heat treatment hardens by reheating after after [ forging or rolling ] air cooling, forging, or rolling, and carrying out air cooling from near 950 degree C, and after carrying out proper time amount heating near 600-650 degree C, it can be performed by annealing by carrying out air cooling etc.

[0023] Hereafter, the example of this invention is explained.

[Example] The ingot was manufactured after ingoting and carrying out ingot making of the steel for plastic-molding metal mold of the example of this invention shown in the following table 1, and the example of a comparison with a vacuum-degassing fusion furnace. After having forged between the post heating, having carried out air cooling, hardening from about 950 degrees C and heating at 650 degrees C for 7 hours, it annealed by having carried out air cooling, and 400mmx1000mmx1700mm steel materials were manufactured.

[0024]

[Table 1]

表 1

(wt%)

	Nb	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
本発明例	1	0.27	0.21	1.35	0.018	0.0047	0.05	0.03	2.78	1.05
	2	0.17	0.24	1.49	0.015	0.0054	0.06	0.06	1.80	0.37
	3	0.12	0.15	2.06	0.013	0.0110	0.03	0.10	1.65	1.86
	4	0.15	0.32	3.10	0.011	0.0032	0.02	0.08	1.21	0.10
比較例	1	0.18	0.25	1.60	0.008	0.0350	0.05	0.04	2.25	0.37
	2	0.14	0.30	1.60	0.009	0.0501	0.05	0.05	1.40	0.25
	3	0.28	0.99	1.15	0.010	0.0250	0.05	0.08	0.30	0.05

V	Nb	s-Al	O	N	B	その他	介在物
0.19	—	0.028	0.0021	0.0120	—	—	0.008
0.10	—	0.025	0.0016	0.0110	0.0002	—	0.010
—	0.16	0.013	0.0018	0.0132	—	Ca:0.0016 Pb:0.05	0.018
0.24	0.07	0.021	0.0034	0.0101	0.0013	Se:0.011 Te:0.03 Zr:0.004 Bi:0.03	0.012
0.11	—	0.018	0.0037	0.0145	—	—	0.030
0.12	—	0.014	0.0021	0.0131	—	—	0.244
0.05	—	0.020	0.0010	0.0050	—	—	0.121

比較例1は、明細書記載の従来例である。

[0025] The above-mentioned piece of a steel-materials blank test was started, and the machinability in the granularity and the following conditions of an electron discharge method side which carried out the powder electron discharge method on the hardness of a front face and a core and the following conditions was measured. The result is shown in the following table 2. A powder electron discharge method is an used equipment:EDNC85S (product made from Range Milling cutter), D.F.=14% (Ton=1.5microsecond, Toff=9.0microsecond), and processing approach:high definition finish-machining non-jet, and add-in-material concentration: $\mu$ SC. 1g [ l. ] /, an electrode material: Cr [0026] The cutter with a diameter [ of a number of cutting teeth 14 and a quality-of-the-material cermet ] of 315mm was used for machinability, it performed it in feed-rate 400 mm/min, peripheral-velocity 158 m/min, and 3mm list of slitting by continuation cutting by the vertical milling machine on conditions without cutting oil, and measured cutting distance until wear of a cutting edge is set to 0.2mm.

[0027]

[Table 2]

✕ ID=000003
-------------

[0028] According to these results, at HV, surface hardness is 30-33 and the hardness of 408-437, and a



core is [ the example of this invention ] Rmax of the granularity of an electron discharge method side further in HRC. It was 4-9 micrometers, and machinability was 21910-22930mm. Although machinability is inferior as compared with the thing of the example of a comparison, since the abrasion loss of a cutter does not only become large and floor to floor time does not necessarily become long especially, the example of this invention does not become so much fault in the steel for plastic-molding metal mold.

[0029] On the other hand, at HV, in HRC, surface hardness is 33 and the hardness of 415 and a core is [ the example 1 of a comparison with more S contents than this invention ] Rmax of the granularity of an electron discharge method side further. It was 21 micrometers and machinability was 23530mm. Although hardness is comparable as compared with the example of this invention and machinability was a little excellent, Rmax of the granularity of an electron discharge method side was 2.3 or more times. Furthermore, surface hardness is 400 in HV and the example 2 of a comparison with quite more S contents than this invention is Rmax of the granularity of an electron discharge method side further. It was 29 micrometers and machinability was 24690mm. Although hardness is a little low as compared with the example of this invention and machinability is excellent, it is Rmax of the granularity of an electron discharge method side. They were 3.2 or more times. Moreover, surface hardness is 477 in HV and the example 2 of a comparison with more S contents than this invention is Rmax of the granularity of an electron discharge method side further. It was 14 micrometers and machinability was 24550mm. Machinability was excellent although surface hardness was quite high as compared with the example of this invention. However, Rmax of the granularity of an electron discharge method side They were 1.5 or more times.

[0030]

[Effect of the Invention] The steel for plastic-molding metal mold which was excellent in the powder electron discharge method nature of this invention By having made it the above-mentioned configuration, it is Rmax about the granularity of the electron discharge method skin after a powder electron discharge method. While being able to make it 10 micrometers or less Since the polish time amount after a powder electron discharge method is shortened by the ability making small the rise of the hardness of an electron discharge method side etc., total metal mold manufacture time amount does so the outstanding effectiveness that it can be shortened from the conventional thing.

---

[Translation done.]